

Rec'd PCT/PTO

25 FEB 2005 #2

PCT/JP03/10963

28.08.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 8月30日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-253852
[ST. 10/C]: [JP2002-253852]

出 願 人
Applicant(s): 浜松ホトニクス株式会社

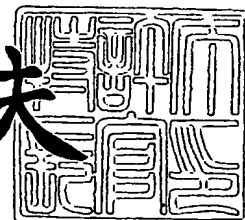
REC'D 17 OCT 2003
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-3080565

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-0214

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 27/10

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 鄭 宇進

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 宮島 博文

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 菅 博文

【特許出願人】

 【識別番号】 000236436

 【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088155

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

 【識別番号】 100089978

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100107456

【弁理士】

【氏名又は名称】 池田 成人

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 集光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の光源と、第 2 の光源と、前記第 1 の光源からの光束と前記第 2 の光源からの光束とを合成する第 1 の合光素子と、を備える集光装置であって、

前記第 1 の光源は、第 1 の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが前記第 1 の方向と垂直な方向に複数個積層された第 1 の半導体レーザアレイスタックと、前記複数の活性層から出射した複数の光束を前記第 1 の方向と垂直な面内で屈折させる第 1 のコリメートレンズと、前記第 1 のコリメートレンズによって屈折された光束を受光し、その光束の横断面をほぼ 90° 回転させる第 1 の光路変換素子とを備えており、

前記第 2 の光源は、第 2 の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが前記第 2 の方向と垂直な方向に複数個積層された第 2 の半導体レーザアレイスタックと、前記複数の活性層から出射した複数の光束を前記第 2 の方向と垂直な面内で屈折させる第 2 のコリメートレンズと、前記第 2 のコリメートレンズによって屈折された光束を受光し、その光束の横断面をほぼ 90° 回転させる第 2 の光路変換素子とを備えており、

前記第 1 の合光素子は、前記第 1 の光路変換素子から出射した光束を受光する光透過部を有しており、

前記第 1 の合光素子は、前記第 2 の光路変換素子から出射した光束を受光する光反射部を有しており、

前記第 1 の合光素子は、前記光透過部を透過した光束と前記光反射部で反射された光束とを合成する
集光装置。

【請求項 2】 前記第 1 の合光素子の前記光透過部および前記光反射部は、ともに前記半導体レーザアレイの積層方向に沿って細長い帯状であり、

前記第 1 の合光素子は、前記光透過部と前記光反射部とが交互に配置された平板である

請求項 1 に記載の集光装置。

【請求項 3】 前記第 1 の合光素子は、第 1 および第 2 の光源の活性層からそれぞれ出射する光束の中心軸に対して 45 度の角度で傾斜しており、

前記第 1 の合光素子の表面は、前記第 1 の光源と対向しており、

前記第 1 の合光素子の裏面は、前記第 2 の光源と対向している

請求項 2 に記載の集光装置。

【請求項 4】 第 3 の光源と、第 2 の合光素子と、をさらに備える請求項 1 に記載の集光装置であって、

前記第 3 の光源は、第 3 の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが前記第 3 の方向と垂直な方向に複数個積層された第 3 の半導体レーザアレイスタックと、前記複数の活性層から出射した複数の光束を前記第 3 の方向と垂直な面内で屈折させる第 3 のコリメートレンズと、前記第 3 のコリメートレンズによって屈折された光束を受光し、その光束の横断面をほぼ 90° 回転させる第 3 の光路変換素子とを備えており、

前記第 2 の合光素子は、前記第 1 の合光素子によって合成された光束を受光する光透過部を有しており、

前記第 2 の合光素子は、前記第 3 の光路変換素子から出射した光束を受光する光反射部を有しており、

前記第 2 の合光素子は、前記光透過部を透過した光束と前記光反射部で反射された光束とを合成する

請求項 1 に記載の集光装置。

【請求項 5】 第 3 の光源と、第 2 の合光素子と、をさらに備える請求項 1 に記載の集光装置であって、

前記第 3 の光源は、第 3 の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが前記第 3 の方向と垂直な方向に複数個積層された第 3 の半導体レーザアレイスタックと、前記複数の活性層から出射した複数の光束を前記第 3 の方向と垂直な面内で屈折させる第 3 のコリメートレンズと、前記第 3 のコリメートレンズによって屈折された光束を受光し、その光束の横断面をほぼ 90° 回転させる第 3 の光路変換素子とを備えており、

前記第2の合光素子は、前記第3の光路変換素子から出射した光束を受光する光透過部を有しており、

前記第2の合光素子は、前記第1の合光素子によって合成された光束を受光する光反射部を有しており、

前記第2の合光素子は、前記光透過部を透過した光束と前記光反射部で反射された光束とを合成する

請求項1に記載の集光装置。

【請求項6】 前記第2の合光素子の前記光透過部および前記光反射部は、ともに前記半導体レーザアレイの積層方向に沿って細長い帯状であり、

前記第2の合光素子は、前記光透過部と前記光反射部とが交互に配置された平板である

請求項4又は5に記載の集光装置。

【請求項7】 前記第2の合光素子は、第1の合光素子によって合成される光束および第3の光源の活性層から出射する光束の中心軸に対して45度の角度で傾斜しており、

前記第2の合光素子の表面は、前記第1の合光素子と対向しており、

前記第2の合光素子の裏面は、前記第3の光源と対向している

請求項6に記載の集光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高い光密度のレーザ光束を生成する集光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

高出力のレーザ素子として、半導体レーザアレイスタックが知られている。特開平9-181376号公報および特開2002-9385号公報には、半導体レーザアレイスタックの一例が記載されている。図2は、半導体レーザアレイスタックの一例を示す斜視図である。図3は、半導体レーザアレイの前端面（光出射面）を示す図である。図2に示されるように、半導体レーザアレイスタック1

2は、複数の半導体レーザアレイ11と複数のヒートシンク13とが交互に配置された構造を有している。ヒートシンク13は、半導体レーザアレイ11を冷却する。図3に示されるように、半導体レーザアレイ11では、複数の活性層14が水平方向に沿って配置されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

半導体レーザアレイスタック12では、半導体レーザアレイ11が垂直方向に積層される結果、複数の活性層14が行列状に配置される。各活性層14は、レーザ光を放出する。これらの活性層14から出射するレーザ光は、一つの光束を形成する。活性層14を高い密度で配置することにより、高い光密度の光束が得られる。しかし、近年では、光密度のさらなる向上が要望されている。

【0004】

そこで、この発明は、極めて高い光密度のレーザ光束を生成できる集光装置の提供を課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る集光装置は、第1の光源と、第2の光源と、第1の合光素子とを備えている。第1の光源は、第1の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが第1の方向と垂直な方向に複数個積層された第1の半導体レーザアレイスタックと、複数の活性層から出射した複数の光束を第1の方向と垂直な面内で屈折させる第1のコリメートレンズと、第1のコリメートレンズによって屈折された光束を受光し、その光束の横断面をほぼ90°回転させる第1の光路変換素子とを備えている。第2の光源は、第2の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが第2の方向と垂直な方向に複数個積層された第2の半導体レーザアレイスタックと、複数の活性層から出射した複数の光束を第2の方向と垂直な面内で屈折させる第2のコリメートレンズと、第2のコリメートレンズによって屈折された光束を受光し、その光束の横断面をほぼ90°回転させる第2の光路変換素子とを備えている。ここで、光束の横断面とは、その光束の中心軸に実質的に垂直な断面をいう。第1の合

光素子は、第1の光源からの光束と第2の光源からの光束とを合成する。第1の合光素子は、第1の光路変換素子から出射した光束を受光する光透過部と、第2の光路変換素子から出射した光束を受光する光反射部を有している。第1の合光素子は、光透過部を透過した光束と光反射部で反射した光束とを合成する。

【0006】

第1の半導体レーザアレイスタックからの光束と第2の半導体レーザアレイスタックからの光束は、合光素子を用いて合成される。したがって、高い光密度のレーザ光束が生成される。半導体レーザアレイスタックの活性層から出射した光束は、コリメートレンズの屈折作用によって、活性層の配列方向と垂直な面内での光束の拡がりが増えらる。光路変換素子によって光束の横断面がほぼ90°回転させられると、活性層の配列方向において光束の拡がりが増えらる。これにより、光束の横断面は、半導体レーザアレイの積層方向に長く活性層の配列方向に短い形状となる。このため、合光素子の光透過部および光反射部が半導体レーザアレイの積層方向に沿って細長い帯状であれば、活性層が位置ズレを有していても、活性層から出射した光束が合光素子によって適切に受光される。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図示の便宜上、図面の寸法比率は説明のものと必ずしも一致しない。

【0008】

（第1実施形態）

図1は、本発明の第1の実施形態に係る集光装置を示す概略斜視図である。本実施形態に係る集光装置は、第1の光源10、第2の光源20および合光素子30から構成されている。

【0009】

第1の光源10は、一つの半導体レーザアレイスタック12と、複数のコリメートレンズ16と、複数の光路変換素子18とから構成されている。これらは相互に光学的に結合されている。

【0010】

図2は、半導体レーザアレイスタックの斜視図である。半導体レーザアレイスタック12は、図2に示すように、複数の半導体レーザアレイ11と複数のヒートシンク13とがz軸方向に沿って交互に配置された構造を有している。図3は、半導体レーザアレイ11の前端面（光出射面）を示す図である。図4は、活性層14の前端面を示す図である。各半導体レーザアレイ11は、複数の活性層14を有している。半導体レーザアレイ11は、幅1cmの間に活性層14が、500 μ mの間隔でy軸方向に一系列に配列された構造を有している。その活性層14の断面は、100 μ mの幅、1 μ mの厚さを有している。図5は、半導体レーザアレイから出射した光束の拡がり角を示す図である。この活性層14から出射する光束の拡がり角は、図5に示されるように、活性層14の厚み方向、すなわち垂直方向（z軸方向）で30°であり、活性層14の幅方向、すなわち水平方向（y軸方向）で8°である。

【0011】

ヒートシンク13は、半導体レーザアレイ11を冷却する。ヒートシンク13は、銅製の平板状部材を組み合わせて形成した冷却水路を有している。冷却水は、この冷却水路内を循環する。

【0012】

図6は、コリメートレンズ16の一例としてのシリンドリカルレンズを示す斜視図である。図6に示すように、x軸方向の長さが0.2mmであり、y軸方向の長さが12mmであり、z軸方向の長さが0.6mmである。シリンドリカルレンズ16は、y軸方向に沿って細長い形状をしている。シリンドリカルレンズ16の前後のレンズ面は、y軸方向に沿った母線をもつ円柱面である。

【0013】

シリンドリカルレンズ16は、母線方向を含む面内では屈折作用を有しないが、母線に垂直な面内では屈折作用を有している。上述のように、活性層14から出射する光束の垂直方向の拡がり角が大きいため、集光効率を高めるためには、屈折作用を利用して光束の拡がりを抑える必要がある。そこで、相互に対向するシリンドリカルレンズ16と半導体レーザアレイ11は、シリンドリカルレンズ

16の母線と半導体レーザアレイ11の垂直方向(z軸方向)とが直交するように設置する。このように設置すると、活性層14から出射した光束をシリンドリカルレンズ16の母線に垂直な面内で屈折させ、平行化することができる。すなわち、コリメートレンズ16は、各活性層14から出射した光束の垂直方向(z軸方向)の成分を屈折させ、平行化する。また、この平行化を効率良く行うために、シリンドリカルレンズ16を活性層14と近接させて配置する。このため、コリメートレンズ16は、半導体レーザアレイ11と1対1に対応している。すなわち、コリメートレンズ16の設置数は、半導体レーザアレイ11の数に等しい。各コリメートレンズ16は、それぞれ一つの半導体レーザアレイ11と対向するように配置されている。したがって、一つの半導体レーザアレイ11の活性層14から出射する光束は、すべて一つのコリメートレンズ16に入射する。

【0014】

図7は、光路変換素子18の一例を示す斜視図である。光路変換素子18は、ガラス、石英等の透光性材料からなる。x軸方向の長さは1.5mm、y軸方向の長さは12mm、z軸方向の長さは1.5mmである。このように、光路変換素子18は、y軸方向に沿って細長い形状をしている。

【0015】

光路変換素子18は、コリメートレンズ16で平行化された光束の横断面をほぼ90°回転させる。このため、光路変換素子18は、シリンドリカルレンズ16と1対1に対応させて配置する。すなわち、各光路変換素子18は、それぞれ一つのコリメートレンズ16と対向するよう配置される。したがって、一つのシリンドリカルレンズ16から出射するすべての光束は、対応する一つの光路変換素子18に入射する。

【0016】

光路変換素子18は、互いに対向する入射面180と出射面181とを有している。この入射面180は、並列に配置された幅0.5mmの複数の円柱面を有している。これらの円柱面は、y軸方向に対して45°の角度で延びている。これらの円柱面の数は、半導体レーザアレイ11の活性層14の数に等しい。すなわち、これらの円柱面は活性層14と1対1に対応している。反射面181も同

様に、並列に配置された幅 0.5 mm の複数の円柱面を有している。これらの円柱面も、y 軸方向に対して 45° の角度で延びている。これらの円柱面も、活性層 14 と 1 対 1 に対応している。したがって、一つの半導体レーザアレイ 11 の各活性層 14 から出射する光束は、すべて対応する一つの光路変換素子 18 に入射する。

【0017】

なお、光路変換素子の他の例は、特許第 3071360 号公報に記載されている。

【0018】

第 2 の光源 20 は、第 1 の光源 10 と同様に、一つの半導体レーザアレイスタック 22 と、複数のシリンドリカルレンズ 26 と、複数の光路変換素子 28 とから構成されている。これらは、相互に光学的に結合されている。半導体レーザアレイスタック 22、シリンドリカルレンズ 26 および光路変換素子 28 の構成は、それぞれ半導体レーザアレイスタック 12、シリンドリカルレンズ 16 および光路変換素子 18 と同じであるため、詳細な説明は省略する。但し、第 2 の光源 20 の向きは、第 1 の光源 10 の向きと異なっている。具体的には、半導体レーザアレイスタック 12 を構成する半導体レーザアレイ 11 は、y 軸方向に沿って並列に配列された複数の活性層 14 を有している。これに対し、半導体レーザアレイスタック 22 を構成する半導体レーザアレイ 21 は、x 軸方向に沿って並列に配列された複数の活性層 24 を有している。シリンドリカルレンズ 26 は、半導体レーザアレイ 21 の活性層 24 に対応して x 軸方向に沿って配置されている。光路変換素子 28 も同様に、半導体レーザアレイ 21 の活性層 24 に対応して x 軸方向に沿って配置されている。

【0019】

図 8 は、合光素子 30 の平面図である。合光素子 30 は、複数の光透過部 32 と複数の光反射部 34 とが交互に並列配置された平板からなる。光透過部 32 および光反射部 34 の各々は、同一寸法の帯状をしている。光透過部 32 および光反射部 34 は、半導体レーザアレイ 11、21 の積層方向（垂直方向）に沿って細長い長方形である。合光素子 30 は、透過性物質を主材としたプレートからな

る。各光透過部 32 の表面には、光透過性薄膜が形成されている。各光反射部 34 の表面には、光反射性薄膜が形成されている。各光透過部 32 は、光路変換素子 18 から出射した光束を受光する。一方、各光反射部 34 は、光路変換素子 28 から出射した光束を受光する。

【0020】

合光素子 30 は、第 1 の光源 10 の活性層 14 から出射する光束の中心軸 15 に対して、 45° の角度で傾斜している。合光素子 30 は、第 2 の光源 20 の活性層 24 から出射する光束の中心軸 15 に対しても同様に、 45° の角度で傾斜している。合光素子 30 の表面は、第 1 の光源 10 と対向しており、合光素子 30 の裏面は、第 2 の光源 20 と対向している。

【0021】

一つの光透過部 32 は、第 1 の光源 10 の半導体レーザアレイスタック 12 の行列状に配置された活性層 14 の一つの列に対応している。各列の活性層 14 から出射するすべての光束は、対応する一つの光透過部 32 に入射する。一方、一つの光反射部 34 は、第 2 の光源 20 の半導体レーザアレイスタック 22 の行列状に配置された活性層 24 の一つの列に対応している。各列の活性層 24 から出射するすべての光束は、対応する一つの光反射部 34 に入射する。このため、第 1 の光源 10 の活性層 14 から出射した光束は、すべて合光素子 30 の光透過部 32 を透過する。一方、第 2 の光源 20 の活性層 24 から出射した光束は、すべて合光素子 30 の光反射部 34 によって反射される。その結果、それぞれの光束は、合光素子 30 の裏面側で同一方向に進行する。これらの光束は、一つの合成光 61 を形成する（図 1）。

【0022】

次に、図 9 および図 10 を参照しながら、本実施形態に係る集光装置の作用について説明する。ここで、図 9 (a) は、活性層 14、24 で発生した光の出射時の横断面（出射パターン）を示している。図 9 (b) は、活性層 14、24 から出射した光束がシリンドリカルレンズ 16、26 を通過した後の当該光束の横断面を示している。図 9 (c) は、シリンドリカルレンズ 16、26 を通過した光束が光路変換素子 18、28 を通過した後の当該光束の横断面を示している。

図10 (a) は、第1の光源10から出射した光束が合光素子30の光透過部32を透過する時の当該光束の中心軸15に対して垂直な横断面図である。図10 (b) は、第2の光源20から出射した光束が合光素子30の光透過部34で反射される時の当該光束の中心軸15に対して垂直な横断面図である。図10 (c) は、第1の光源10から出射した光束と第2の光源20から出射した光束との合成光61の中心軸15に対して垂直な横断面図である。

【0023】

図4に示されるように、活性層14、24の横断面の垂直方向の長さは、水平方向の長さの100分の1である。したがって、活性層14、24から出射する際、光束の横断面は水平方向に細長い(図9(a))。活性層14、24から出射した光束がシリンドリカルレンズ16、26に到達するまでに多少拡散しても、その光束の横断面の垂直方向の長さは水平方向の長さの10分の1以下に抑えることができる。すなわち、シリンドリカルレンズ16、26に入射する光束の横断面も、水平方向に細長い形状を有している。

【0024】

この光束がシリンドリカルレンズ16、26を透過すると、シリンドリカルレンズ16、26の母線方向と垂直な面内で屈折される。この結果、光束の垂直方向成分が平行化される(図9(b))。一方、光束の水平方向成分は、屈折作用を受けないため、水平方向の拡がり角に変化はない。

【0025】

活性層14から出射した光束は、シリンドリカルレンズ16を透過した後、光路変換素子18に入射する。光路変換素子18は、その光束の横断面を光束の中心軸15のまわりにほぼ90°回転させる(図9(c))。これにより、垂直方向で平行化された光束は、水平方向で平行化された光束へ変換される。これにより、光束の横断面は、垂直方向に長く水平方向に短い形状となる。

【0026】

活性層24から出射した光束も第1の光源と同様に、シリンドリカルレンズ26を透過すると光束の垂直方向成分が平行化される。この光束は、光路変換素子28を透過すると、水平方向で平行化された光束へ変換される。この結果、第2

の光源 20 においても、光束は水平方向で拡がらなくなる。光路変換素子 18 と同様に、光路変換素子 28 から出射する光束の横断面も垂直方向に長く水平方向に短い形状となる。

【0027】

光路変換素子 18 および 28 から出射する光束は、合光素子 30 の光透過部 32 および光反射部 34 にそれぞれ向かう。光透過部 32 および光反射部 34 は、それぞれ垂直方向に細長い形状を有している。各活性層 14、24 から光透過部 32 または光反射部 34 へ向かう光束の幅は、光透過部 32 および光反射部 34 のそれぞれの幅よりも十分に狭い。このため、各活性層 14、24 から出射した光束は、合光素子 30 の光透過部 32 または光反射部 34 の各幅の範囲内で受光される。半導体レーザアレイスタック 12、22 では、活性層 14、24 が水平方向および垂直方向に沿って行列状に配列されている。各列の活性層 14 から出射した光束は、対応する各光透過部 32 を透過する（図 10（a））。一方、各列の活性層 24 から出射した光束は、対応する各光反射部 34 で反射される（図 10（b））。各光透過部 32 を透過した光束と各光反射部 34 によって反射された光束は、一つの合成光 61 を形成する。合成光 61 の光密度は、第 1 の光源 10 から出射する光束の光密度と第 2 の光源 20 から出射する光束の光密度とを加算したものとなる（図 10（c））。半導体レーザアレイスタック 12、22 からの高い光密度の光束が合成されるので、極めて高い光密度の光束を得ることができる。

【0028】

上記の説明では、すべての活性層 14、24 が所定の位置に配置されているものと想定している。しかし、実際には、半導体レーザアレイスタック 12、22 の組み立てにおいて、半導体レーザアレイ 11、21 を積層する際に、活性層 14、24 が所定の位置からずれることがある。本実施形態は、このような場合でも光密度を損なわずに合成光 61 を形成できる。以下では、この点について説明する。

【0029】

半導体レーザアレイ 11、21 は、半導体工程で精密に製造されるので、個々

の半導体レーザアレイ 11、21 において活性層 14、24 の水平方向の間隔の誤差は非常に小さい。しかし、半導体レーザアレイスタック 12、22 の組み立ては機械的な工程によって行われるので、半導体レーザアレイ 11、21 の積層間隔が不均一となる可能性がある。この場合、活性層 14、24 の位置が、所定の位置から垂直方向にずれることになる。この位置ズレは、通常 $50\ \mu\text{m}$ 程度である。

【0030】

以下では、半導体レーザアレイスタック 22 において、垂直方向の位置ズレが生じた場合における本実施形態の集光装置の作用を説明する。なお、半導体レーザアレイスタック 12 は位置ズレを有していないものとする。図 11 (a) は、第 1 の光源 10 から出射した光束が合光素子 30 の光透過部 32 を透過する時の当該光束の中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。図 11 (b) は、第 2 の光源 20 から出射した光束が合光素子 30 の光透過部 34 で反射される時の当該光束の中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。図 11 (c) は、第 1 の光源 10 から出射した光束と第 2 の光源 20 から出射した光束との合成光 61 の中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。半導体レーザアレイスタック 22 では、2 番目に積層した半導体レーザアレイ 21 が所定の位置より垂直方向にずれている。このため、図 11 (b) に示されるように、2 段目以上の光束が全体的に垂直方向にずれている。しかし、光反射部 34 が垂直方向に細長い形状を有しているので、このような位置ズレがあっても、光束は光反射部 34 に入射することができる。この結果、図 11 (c) に示されるように、第 1 の光源 10 からの光束と第 2 の光源 20 からの光束を適切に合成でき、高い光密度を得ることができる。

【0031】

上記の説明は、活性層が垂直方向の位置ズレを有していることを想定している。実際、ほとんどの場合、活性層の位置ズレは垂直方向に限られている。しかし、半導体レーザアレイスタック 12、22 の組み立ての際に、活性層 14、24 が所定の位置から水平方向にわずかにずれる可能性もある。

【0032】

以下では、半導体レーザアレイスタック 12 が水平方向の位置ズレを生じた場合における本実施形態の集光装置の作用を説明する。なお、半導体レーザアレイスタック 22 は位置ズレを有していないものとする。図 12 (a) は、第 1 の光源 10 から出射した光束が合光素子 30 の光透過部 32 を透過する時の当該光束の中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。図 12 (b) は、第 2 の光源 20 から出射した光束が合光素子 30 の光透過部 34 で反射される時の当該光束の中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。図 12 (c) は、第 1 の光源 10 から出射した光束と第 2 の光源 20 から出射した光束との合成光 61 の中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。半導体レーザアレイスタック 12 では、2 番目に積層した半導体レーザアレイ 11 が水平方向の位置ズレを有している。このため、図 12 (a) に示されるように、2 段目の光束は全体的に右にずれている。しかし、このような位置ズレがあっても、光束は光透過部 32 に入射することができる。活性層 14 から光透過部 32 に入射する光束の横断面は、光路変換素子 18 の作用により、垂直方向に長く水平方向に短い形状となっている。この光束の幅は、光透過部 32 の幅よりも極めて狭い。このため、活性層 14 が水平方向に多少の位置ズレを有していても、光透過部 32 は活性層 14 からの光束を受光することができる。この結果、図 12 (c) に示されるように、第 1 の光源 10 からの光束と第 2 の光源 20 からの光束を適切に合成できる。

【0033】

以上、詳細に説明したように、本実施形態に係る集光装置は、2 つ半導体レーザアレイスタック 12、22 からの光束を合光素子 30 で合成するので、極めて高い光密度のレーザ光束を生成できる。合光素子 30 の光透過部 32 と光反射部 34 とは垂直方向に細長い形状を有しているので、活性層 14、24 が垂直方向の位置ズレを有していても適切に光束を合成でき、高い光密度を得ることができる。

【0034】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る集光装置について説明する。図 13 は、本実施形態に係る集光装置の平面図である。第 1 の実施形態の集光装置は、2 つ

の光源と1枚の合光素子とから構成されているのに対し、本実施形態の集光装置は、3つの光源と2枚の合光素子とから構成されている。第1の実施形態の集光装置は、2つの光源から出射した光束を合成するのに対し、本実施形態の集光装置は、3つの光源から出射した光束を合成する。

【0035】

本実施形態に係る集光装置は、第1の光源10、第2の光源20、第3の光源40、第1の合光素子30および第2の合光素子50から構成されている。第1の光源10、第2の光源20および第1の合光素子30の構成および配置は、第1実施形態に関して説明した通りである。

【0036】

第3の光源40は、第1の光源10および第2の光源20と同一の構成を有している。すなわち、第3の光源40は、一つの半導体レーザアレイスタック42と、複数のコリメートレンズ46と、複数の光路変換素子48とから構成されている。なお、半導体レーザアレイスタック42、コリメートレンズ46および光路変換素子48の構成は、それぞれ半導体レーザアレイスタック12、22、コリメートレンズ16、26および光路変換素子18、28と同じである。これらは相互に光学的に結合されている。半導体レーザアレイスタック42は、図2に示すように半導体レーザアレイ11とヒートシンク13とをz軸方向に沿って交互に配置させた構造を有している。半導体レーザアレイ11は、複数の活性層44を有している。ヒートシンク13は、半導体レーザアレイ11を冷却する。

【0037】

コリメートレンズ46は、各活性層44から出射した光束の垂直方向の成分を屈折させ、平行化する。コリメートレンズ46は、半導体レーザアレイ11から出射した光束を効率良く屈折させるため、半導体レーザアレイ11と1対1に対応している。コリメートレンズ46の設置数は、半導体レーザアレイ11の数に等しい。各コリメートレンズ46は、それぞれ一つの半導体レーザアレイ11と対向するように設置されている。したがって、一つの半導体レーザアレイ11の活性層44から出射する光束は、すべて一つのコリメートレンズ46に入射する。

【0038】

光路変換素子48は、コリメートレンズ46によって平行化された光束の横断面をほぼ90°回転させる。光路変換素子48も、半導体レーザアレイ11から出射した光束の光路を効率良く変換するため、半導体レーザアレイ11と1対1に対応している。すなわち、光路変換素子48の設置数も半導体レーザアレイ11の数に等しい。各光路変換素子48は、それぞれ一つのコリメートレンズ46と対向するように設置されている。したがって、一つのシリンドリカルレンズ46から出射するすべての光束は、対応する一つの光路変換素子48に入射する。光路変換素子48は、互いに対向する入射面180と出射面181とを有している。入射面180と出射面181とは、それぞれ複数の円柱面を有している。これら円柱面の数は、半導体レーザアレイ11の活性層44の数に等しい。すなわち、これら円柱面は活性層44と1対1に対応している。したがって、一つの半導体レーザアレイ11の各活性層44から出射する光束は、すべて対応する一つの光路変換素子48に入射する。

【0039】

第3の光源40の向きは、第2の光源20の向きと同じであり、第1の光源10の向きとは異なっている。第1の光源10の半導体レーザアレイスタック12を構成する半導体レーザアレイ11は、y軸方向に沿って並列に配列された複数の活性層14を有しているのに対し、第2および第3の光源20、40の半導体レーザアレイスタック22、42を構成する半導体レーザアレイ11は、x軸方向に沿って並列に配列された複数の活性層24、44を有している。このため、シリンドリカルレンズ46は、各半導体レーザアレイ11の活性層44に対応してx軸方向に沿って配置されている。光路変換素子48も同様に、x軸方向に沿って配置されている。

【0040】

第1実施形態で説明したように、第1の光源10から出射した光束は、第1の合光素子30の各光透過部32を透過する。一方、第2の光源20から出射した光束は、第1の合光素子30の各光反射部34によって反射される。各光源10、20から出射した光束は合光素子30の対応する各光透過部32または各光反

射部 34 で受光される。その結果、それぞれの光束は、第 1 の合光素子 30 の裏面側で同一方向に進行する。これらの光束は、一つの合成光 61 となる（図 13）。

【0041】

第 2 の合光素子 50 は、第 1 の合光素子 30 と同一の構成を有している。すなわち、第 2 の合光素子 50 も、図 8 に示すような複数の光透過部と複数の光反射部とが交互に並列配置された平板からなる。光透過部および光反射部は、半導体レーザアレイの積層方向（垂直方向）に沿って細長い長方形である。第 2 の合光素子 50 の各光透過部は、第 1 の合光素子 30 から出射した合成光 61 を受光する。一方、第 2 の合光素子 50 の光反射部は、光路変換素子 48 から出射した光束を受光する。第 2 の合光素子 50 は、合成光 61 の中心軸に対して、 45° の角度で傾斜している。第 2 の合光素子 50 は、第 3 の光源 40 の活性層 44 から出射する光束の中心軸に対しても同様に、 45° の角度で傾斜している。第 2 の合光素子 50 の表面は、第 1 の合光素子 30 と対向しており、第 2 の合光素子 50 の裏面は、第 3 の光源 40 と対向している。第 2 の合光素子 50 の一つの光反射部は、第 3 の光源 40 の行列状に配置された活性層 44 の一つの列に対応している。各列の活性層 44 から出射するすべて光束は、対応する一つの光反射部に入射する。

【0042】

合成光 61 は、第 2 の合光素子 50 の光透過部を透過する。一方、第 3 の光源 40 から出射した光束は、第 2 の合光素子 50 の対応する各光反射部によって反射される。その結果、それぞれの光束は、第 2 の合光素子 50 の裏側で同一方向に進行する。これらの光束は、一つの合成光 65 を形成する（図 13）。

【0043】

次に、本実施形態に係る集光装置の作用効果について説明する。図 14 は、3 つの光源 10、20、40 から出射する光束が、2 枚の合光素子 30、50 によって一つの合成光 65 が形成される様子を示す図である。図 14 (a) は、第 1 の光源 10 から出射した光束が第 1 の合光素子 30 の各光透過部 32 を通過する時の当該光束の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 14 (b) は、第 2 の

光源 2 0 から出射した光束が第 1 の合光素子 3 0 の各光反射部 3 4 で反射される時の当該光束の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 4 (c) は、第 3 の光源 4 0 から出射した光束が第 2 の合光素子 5 0 の各光反射部で反射される時の当該光束の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 4 (d) は、第 1 の光源 1 0 から出射した光束と第 2 の光源 2 0 から出射した光束との合成光 6 1 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 4 (e) は、合成光 6 1 と第 3 の光源 4 0 から出射した光束との合成光 6 5 の中心軸に対して垂直な横断面図である。

【 0 0 4 4 】

第 1 の実施形態で説明したように、光透過部 3 2 を透過した光束 (図 1 4 (a)) と光反射部 3 4 によって反射された光束 (図 1 4 (b)) は、一つの合成光 6 1 を形成する (図 1 4 (d))。合成光 6 1 は、第 2 の合光素子 5 0 の各光透過部を透過する。

【 0 0 4 5 】

一方、第 3 の光源 4 0 の光路変換素子 4 8 から出射した光束は、第 2 の合光素子 5 0 の各光反射部によって反射される。半導体レーザアレイスタック 4 2 の行列状に配置された各活性層 4 4 の各列から出射した光束は、対応する各光反射部によって反射される (図 1 4 (c))。光透過部を透過した合成光 6 1 と光反射部によって反射された光束は、一つの合成光 6 5 を形成する。合成光 6 5 の光密度は、上述の第 1 の光源 1 0 から出射する光束の光密度と第 2 の光源 2 0 から出射する光束の光密度とを加算したものに、さらに第 3 の光源 4 0 から出射する光束の光密度を加算したものとなる (図 1 4 (e))。したがって、半導体レーザアレイスタック 1 2、2 2 および 4 2 からの高い光密度の光束が合成されるので、光密度を極めて高くすることができる。

【 0 0 4 6 】

また、半導体レーザアレイスタック 1 2、2 2 または 4 4 が位置ズレを生じている場合がある。しかし、第 1 の実施形態と同様に、第 2 の合光素子 5 0 も垂直方向に細長い光透過部と光反射部とを有している。このため、このような場合でも光密度を損なわずに合成光 6 5 を形成できる。したがって、3 つの光源からの光束を合光素子で合成するので、極めて高い光密度のレーザ光束を生成できる。

【0047】

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【0048】

例えば、上記実施形態では、コリメートレンズの一例としてシリンドリカルレンズを使用する。この代わりに、ガラスファイバレンズ、セルフオックレンズ等を使用しても良い。また、本発明は、4つ以上の光源を用いる集光装置であってもよい。

【0049】

上記実施形態の合光素子30、50では、帯状の平面形状を有する光透過部32と光反射部34とが交互に配置されている。このような合光素子の代わりに、図15に示されるような合光素子70を用いてもよい。合光素子70は、行列状に配置された長方形の光透過部72と、光透過部72の間に配置された格子状の光反射部74とを有している。なお、光反射部74の代わりに、光透過部72を格子の形状とし、光反射部74を長方形としてもよい。

【0050】

上記第2の実施形態では、合成光61に第2の合光素子50を透過させ、第3の光源40から出射した光束を第2の合光素子50で反射して合成光65を形成している。この代わりに、第3の光源40から出射した光束に第2の合光素子50を透過させ、合成光61を第2の合光素子50で反射して合成光65を形成しても良い。この場合、第2の合光素子50の光透過部は、第3の光路変換素子48から出射した光束を受光する。一方、第2の合光素子50の光反射部は、合成光61を受光する。

【0051】

上記第1の実施形態では、第1の光源10および第2の光源20のうち一つの半導体レーザアレイスタックのみが位置ズレを有している。しかし、2以上の半導体レーザアレイスタックが垂直方向および／または水平方向の位置ズレを生じた場合であっても、合成光61を形成できる。

【 0 0 5 2 】

【発明の効果】

本発明の集光装置は、複数の半導体レーザアレイスタックから出射した光束を合光素子により適切に合成するので、極めて高い光密度のレーザ光束を生成することができる。したがって、本発明の集光装置は、高い光密度を要する固体レーザ励起、印刷、材料加工または医療の分野に好適に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に係る集光装置を示す概略斜視図である。

【図 2】

第 1 の実施形態に係る集光装置で用いる半導体レーザアレイスタックの斜視図である。

【図 3】

第 1 の実施形態に係る集光装置で用いる半導体レーザアレイの前端面（光出射面）を示す図である。

【図 4】

半導体レーザアレイの活性層の前端面を示す図である。

【図 5】

半導体レーザアレイから出射した光束の拡がり角を示す図である。

【図 6】

第 1 の実施形態に係る集光装置で用いるシリンドリカルレンズの斜視図である。

【図 7】

第 1 の実施形態に係る集光装置で用いる光路変換素子の斜視図である。

【図 8】

第 1 の実施形態に係る集光装置で用いる合光素子の平面図である。

【図 9】

第 1 の実施形態に係る集光装置での光束の横断面を示す図である。

【図 1 0】

第1の実施形態に係る集光装置によって光束が合成される様子を表す図である。

【図11】

第1の実施形態に係る集光装置において活性層が垂直方向の位置ズレを有する場合に光束が合成される様子を表す図である。

【図12】

第1の実施形態に係る集光装置において活性層が水平方向の位置ズレを有する場合に光束が合成される様子を表す図である。

【図13】

第2の実施形態に係る集光装置を示す概略斜視図である。

【図14】

第2の実施形態に係る集光装置によって光束が合成される様子を表す図である。

【図15】

本発明の集光装置に使用される合光素子の他の例を示す図である。

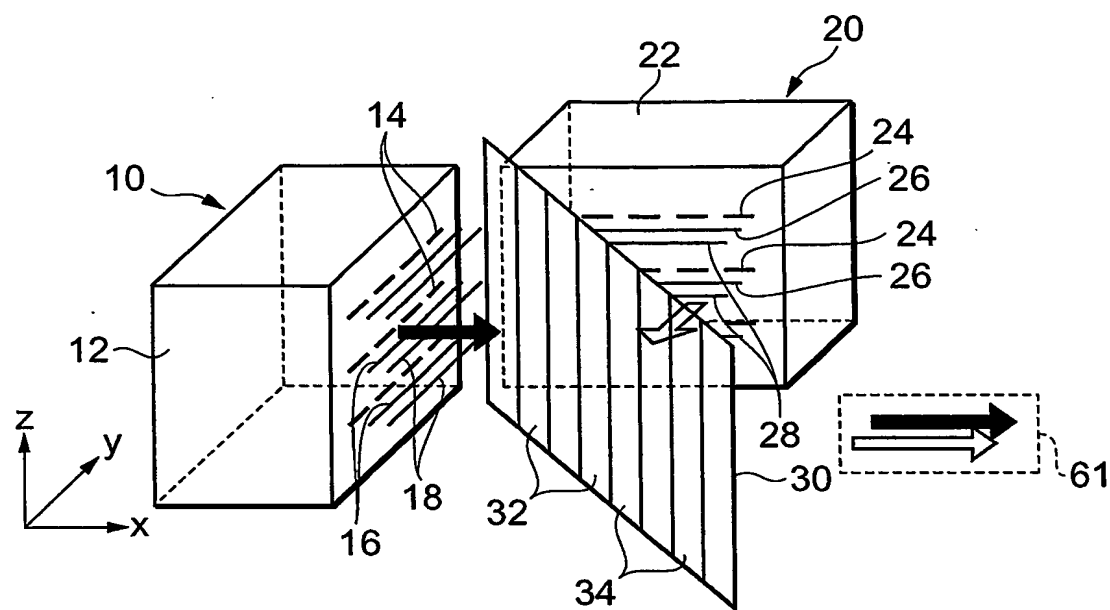
【符号の説明】

10…第1の光源、12…第1の半導体レーザアレイスタック、14、24…活性層、16…第1のシリンドリカルレンズ、18…第1の光路変換素子、20…第2の光源、22…第2の半導体レーザアレイスタック、26…第2のシリンドリカルレンズ、28…第2の光路変換素子、30…第1の合光素子、32…光透過部、34…光反射部、61…合成光。

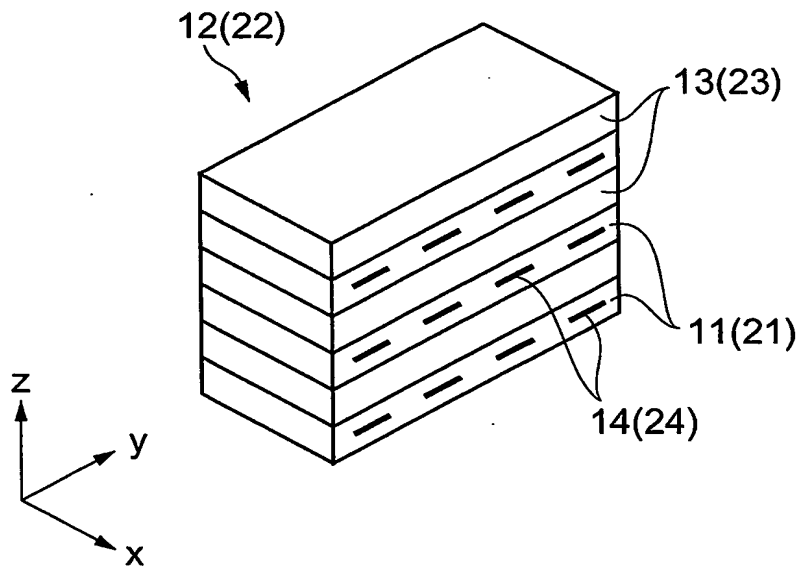
【書類名】

図面

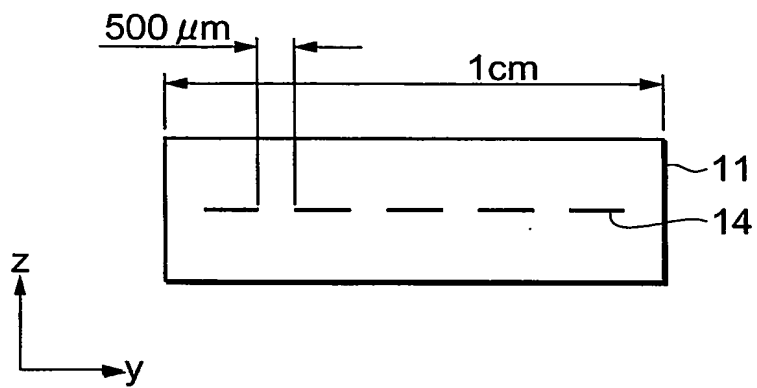
【図 1】



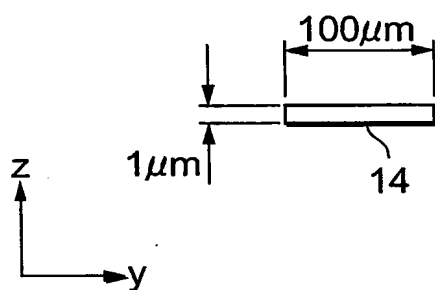
【図 2】



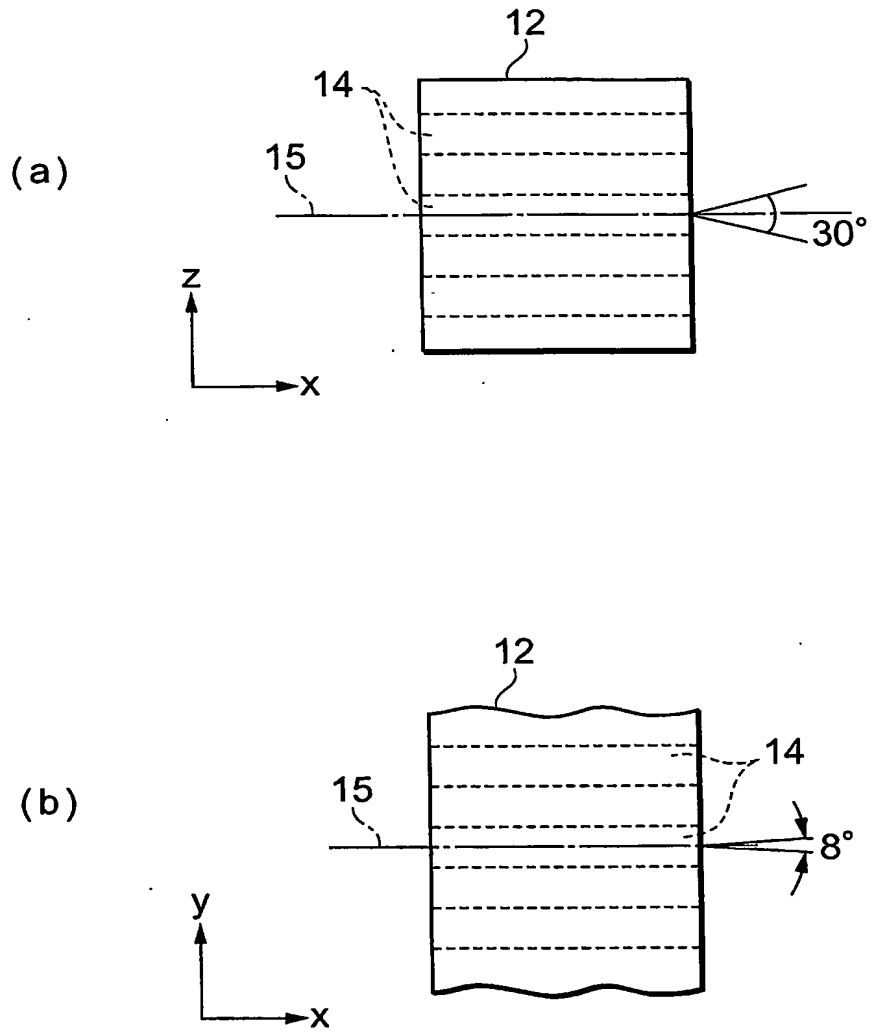
【図 3】



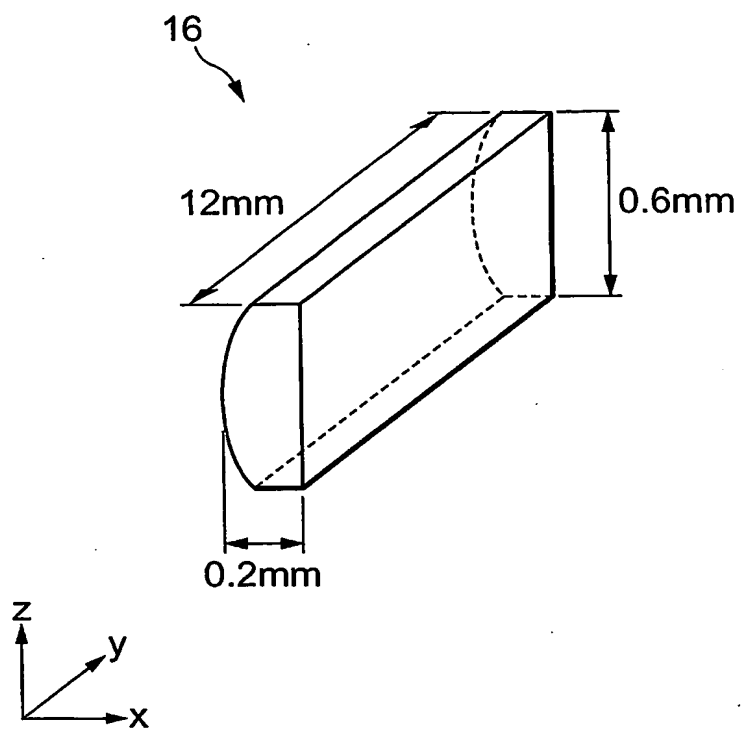
【図 4】



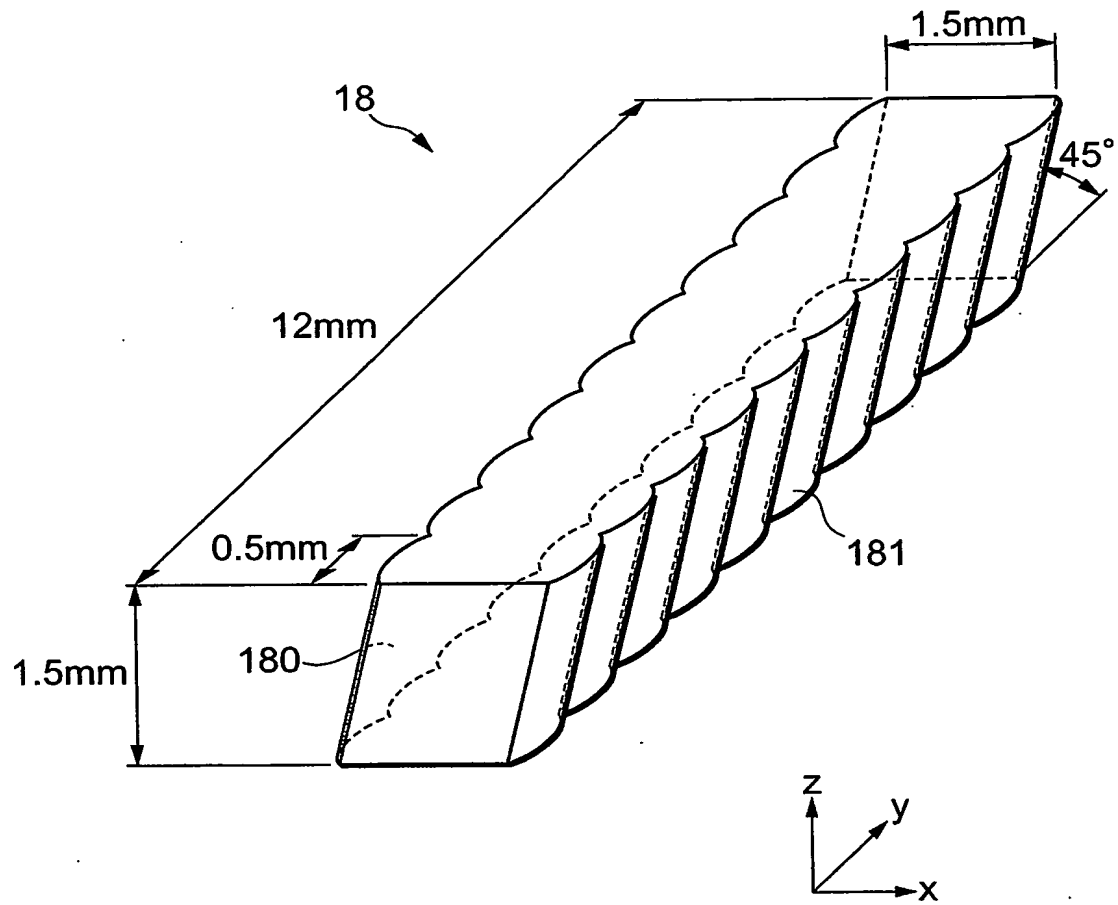
【図 5】



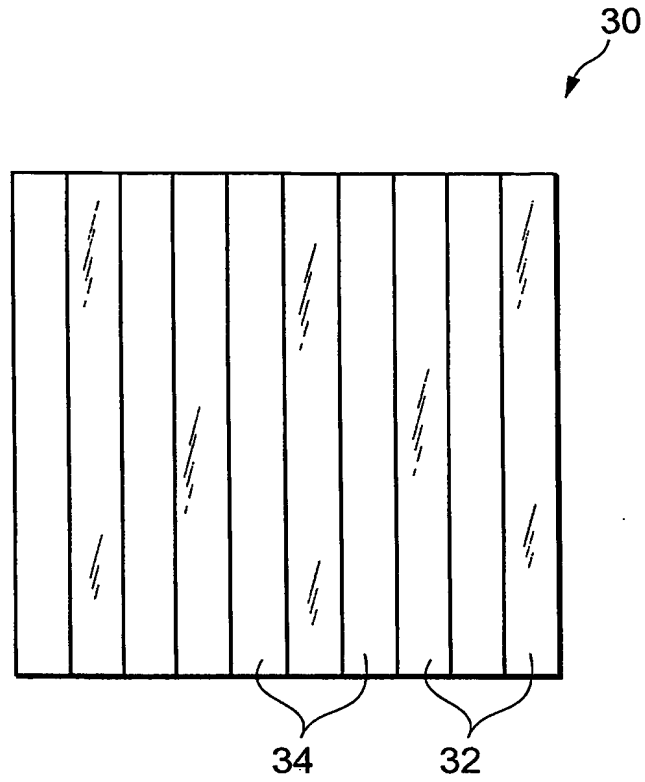
【図 6】













【図 7】

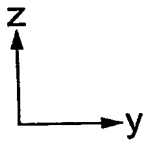


【図 8】

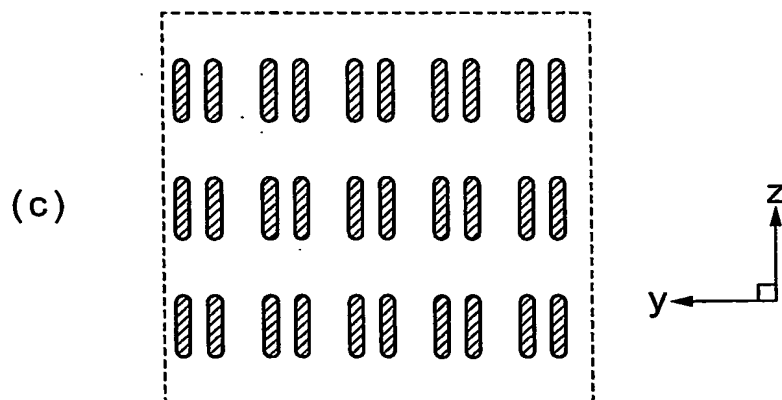
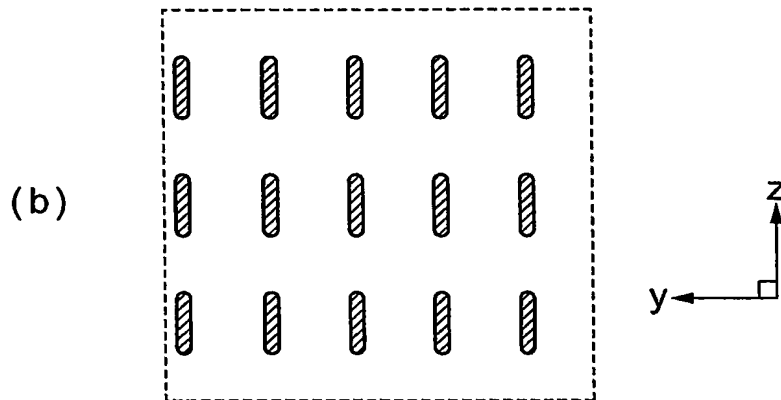
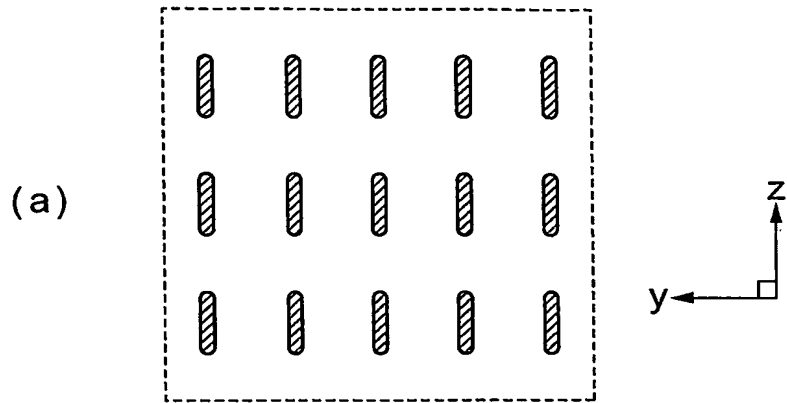


【図9】

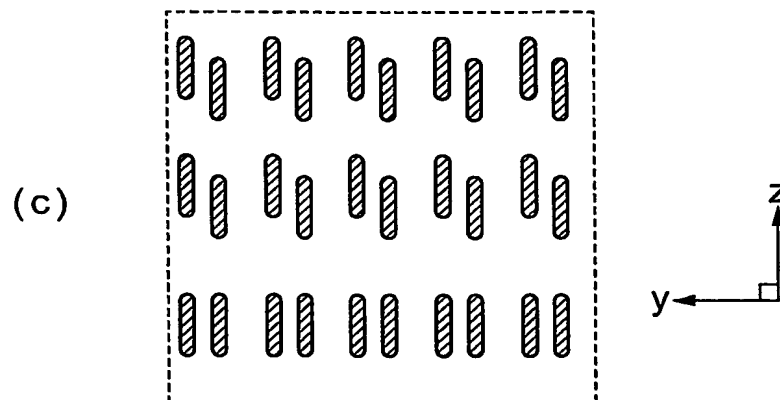
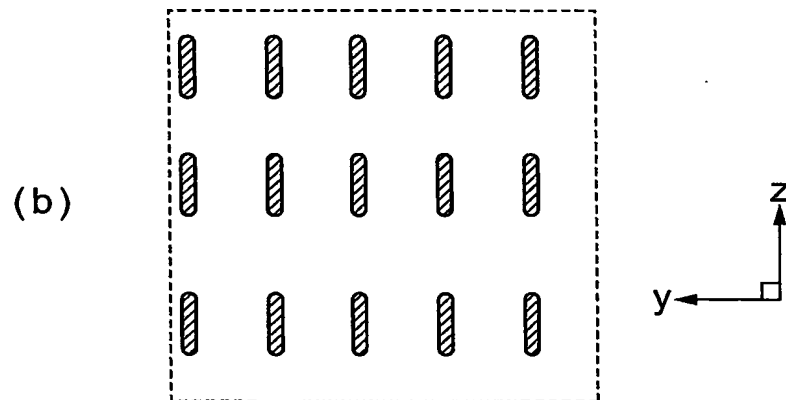
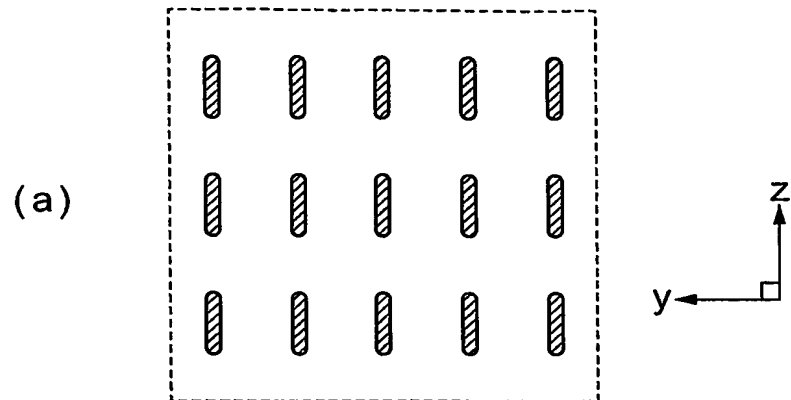
(a)	-	-	-	-	-
(b)					
(c)					



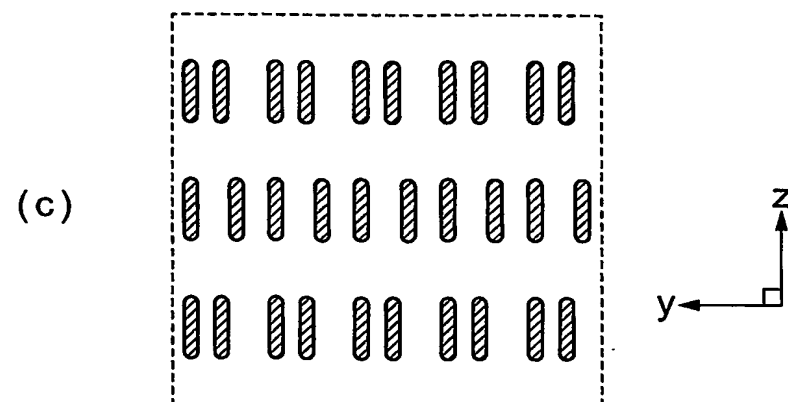
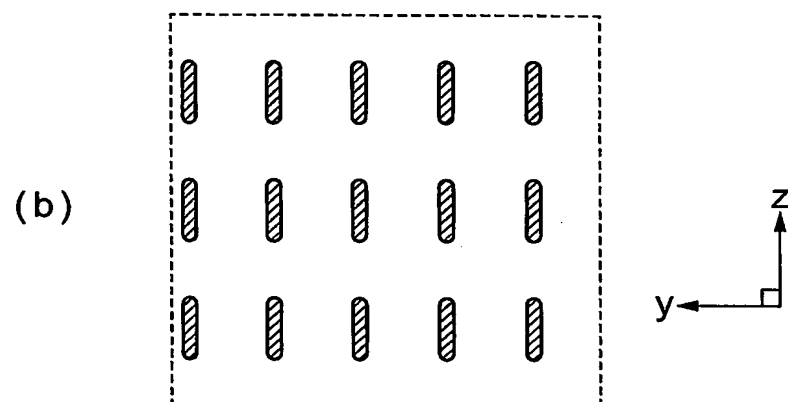
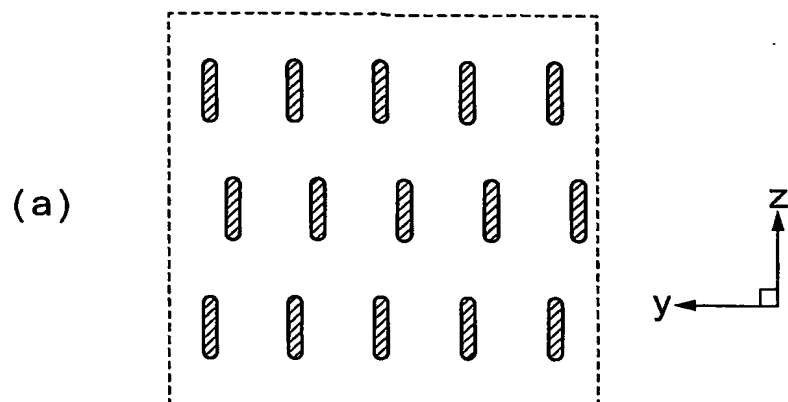
【図 10】



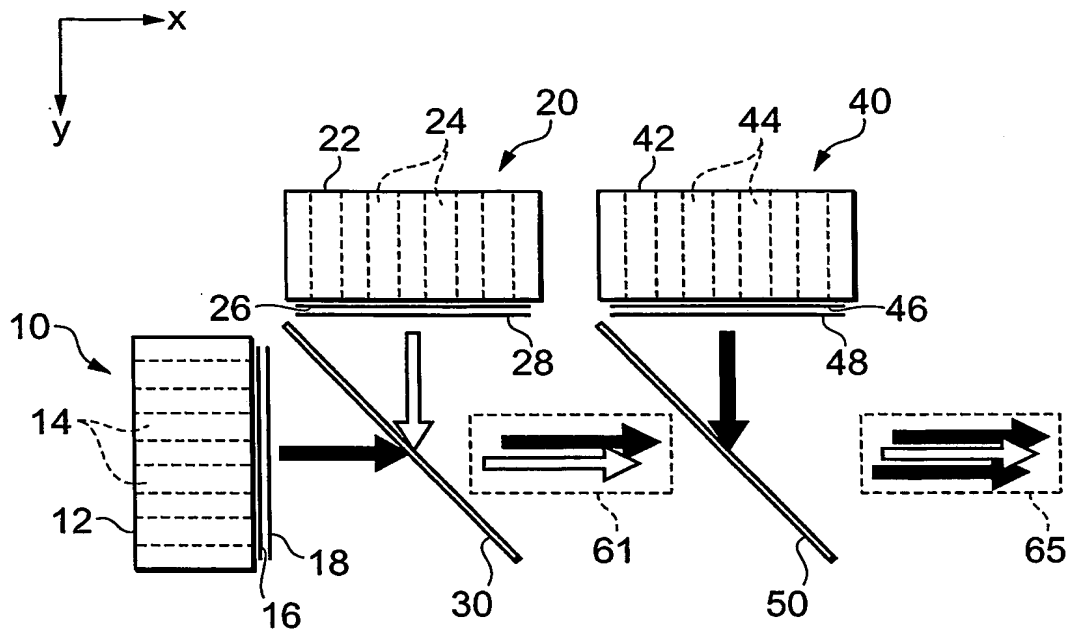
【図 11】



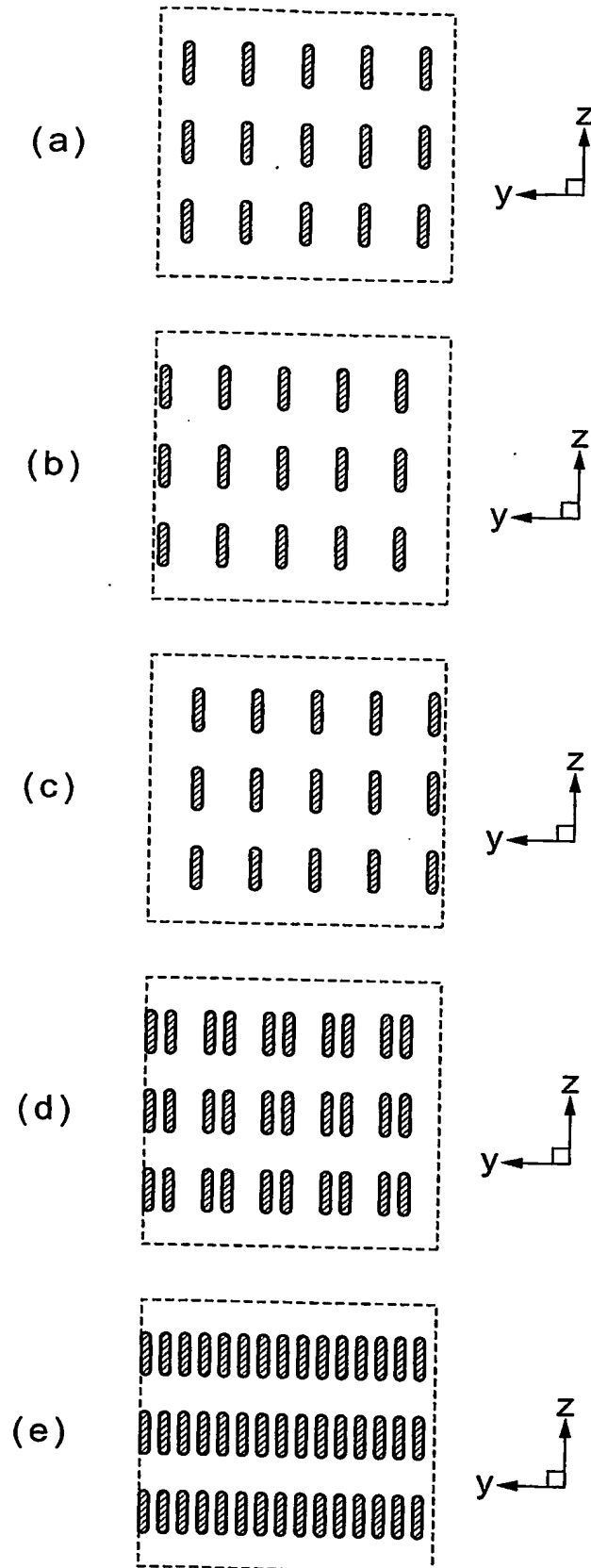
【図 12】



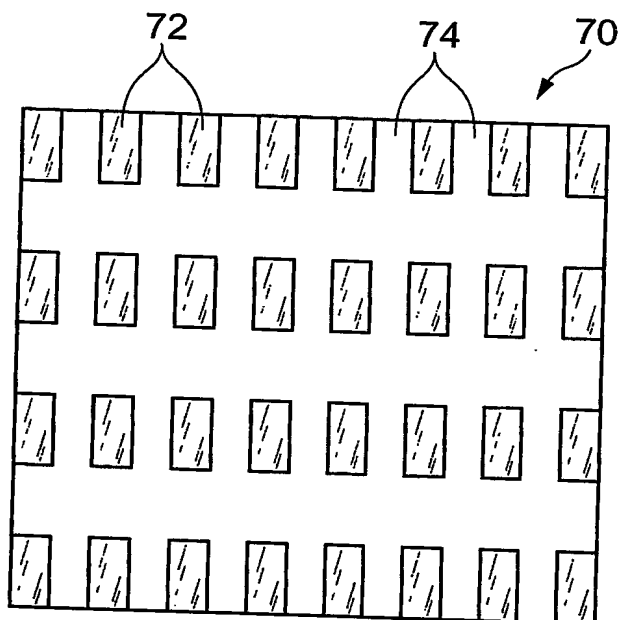
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 極めて高い光密度のレーザ光束を生成できる集光装置を提供する。

【解決手段】 集光装置は、光源 10 および 20 と合光素子 30 を備えている。光源 10、20 は、それぞれ半導体レーザアレイスタック 12、22 と、コリメートレンズ 16、26 と、光路変換素子 18、28 とを備えている。合光素子 30 は、半導体レーザアレイスタック 12 からの光束と半導体レーザアレイスタック 22 とからの光束を合成する。したがって、高い光密度のレーザ光束が生成される。合光素子 30 の光透過部 32 および光反射部 34 が半導体レーザアレイ 12、22 の積層方向に沿って細長い帯状であれば、活性層 14、24 が位置ズレを有していても、活性層 14、24 から出射した光束が合光素子 30 によって適切に受光される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 5 3 8 5 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

静 岡 県 浜 松 市 市 野 町 1 1 2 6 番 地 の 1

氏 名

浜 松 ホ ト ニ ク ス 株 式 有 限 公 司